



## VERF

Verf is de algemene term voor producten die bedoeld zijn om een voorwerp te beschermen of te verfraaien door het van een pigment-houdende laag te voorzien. Het wordt voor diverse doeleinden gebruikt, waaronder het decoreren of beschermen van voorwerpen. Verf is ook van cruciaal belang bij de schilderkunst.

### 1. Afbakening

Een voorwerp beschermen doe je om de levensduur van dat voorwerp te verlengen. Maar, dat kun je niet alleen met verf doen. Er zijn ook andere methoden. In dit geval gaat het alleen om verf, waarbij verf op verschillende manier aangebracht kunnen worden.

### 2. Componenten

Er is verf in vloeibare vorm, maar ook in poedervorm. In vloeibare vorm bevat het veelal uit drie delen. Namelijk, een vast gedeelte en twee vloeibare delen. Het vaste deel bestaat uit verfstof, dat wil zeggen pigment of kleurstof. Het eerste vloeibare deel is het bindmiddel (een natuurlijke hars, synthetische hars of een olie (in olieverf)) dat na droging vast wordt. Het tweede vloeibare deel is het medium of verdunner, (meestal organisch van oorsprong zoals terpentijn, maar het kan ook water zijn), dat verdampt. In poedervorm ontbreekt het medium of verdunner enerzijds en is het bindmiddel in vaste vorm aanwezig (met daarin pigment of kleurstof).

### 3. Verwerking

De meest bekende manier van aanbrengen van verf is handmatig met de kwast of roller. Een andere bekende verwerkingstechniek is spuiten. Maar, op industriële basis bestaat ook dompelen en elektrostatisch spuiten. Bij dompelen gaat het voorwerp in een bad vol verf en daarna laten afdruppen en laten (versneld) drogen. Elektrostatisch spuiten wil zeggen, dat de lading van het metalen voorwerp anders is dan van de verf of poeder. Hierdoor trekt het voorwerp (als een magneet) de verf aan (en blijft op dat voorwerp zitten) en wordt direct verhard (met UV-lampen).

### 4. Geschiedenis

Verf kent een lange historie en deze geschiedenis kan worden opgedeeld in generatie verfproducten.

#### 4.1. Eerste generatie:

Toen werd het alleen gebruikt als verfraaiing of om een verhaal te vertellen of een combinatie daarvan. Precies weten we dat niet. Voorbeelden daarvan zijn afkomstig van een tijdperk tussen 20.000 en 25.000 jaar geleden (prehistorie). Deze voorbeelden zijn gevonden in grotten in Frankrijk en Spanje. Deze (primitieve vorm van) verf werd gemaakt met beschikbare natuurlijke kleurstoffen zoals natuurlijke aardpigmenten, houtskool, bessensap, reuzel, bloed en milkweed sap.

#### 4.2. Tweede generatie:

Verf werd voor het eerst gebruikt als een beschermende laag door de Egyptenaren en Hebreeën op het hout van hun schepen. In Scandinavische landen werd ook hout geschroeid om dat hout te beschermen. Met andere woorden, er ontstond ook een andere vorm van beschermen dan alleen met verf.

#### 4.3. Derde generatie:

Tijdens de Middeleeuwen werden beschermende coatings van verf, vanwege schaarste, in de praktijk alleen toegepast op winkelfronten en borden. Rond dezelfde tijd begonnen kunstenaars hars met olie te koken om



mengbare verf te verkrijgen. Kunstenaars van de vijftiende eeuw waren de eersten die drogende oliën toevoegden om te schilderen. Lijnolie werd het meest gebruikt.

#### 4.4. Vierde generatie:

De vraag naar verf nam toe. Was het voorheen handwerk (van de schilder of kunstenaar) om verf te maken, langzaam maar zeker werd dat productieproces gerationaliseerd en grootschalig om aan de behoefte te kunnen voldoen. Dat bleef nog beperkt tot het maken van pigment. De rest bleef handwerk (van de schilder of kunstenaar) om tot verf te komen.

In Boston (rond 1700) bouwde Thomas Kind de eerste Amerikaanse verfmolen, een granieten trog waarin een granieten bal (Ø 0,5 meter) rolde, voor het slijpen van pigment .

#### 4.5. Vijfde generatie:

De eerste lakpatent werd afgegeven voor een whitewash, een product in water gebluste kalk.

#### 4.6. Zesde generatie:

In 1865 verkreeg DP Flinn een octrooi voor een watergedragen verf die ook zinkoxide, kaliumhydroxide, hars, melk en zaadolie bevatte.

Na de eerste commerciële verfmolens met granieten bal kwamen molens met een buhrstone wiel.

#### 4.7. Zevende generatie:

In de praktijk bleven deze molens alleen pigment slijpen (de gebruikers mengden de pigmenten thuis zelf tot verf) . Het was pas in 1867 dat de fabrikanten het pigment zelf voor de consument tot verven gingen mengen.

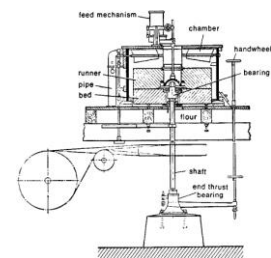
In 1826 ontdekte de Franse chemicus Pierre-Jean Robiquet dat meekrapwortels twee kleurstoffen bevatten, namelijk het rode Alizarine en het snel verblekende Purpurine. In 1868 werd Alizarine de eerste oorspronkelijk natuurlijke verfstof ooit die synthetisch nagemaakt werd, toen de Duitse chemici Carl Graebe en Carl Lieberman, in het laboratorium van BASF alizarine (1,2-dihydroxyantrachinon) maakten uit steenkoolteer, antracene, door een behandeling met achtereenvolgens met kaliumdichromaat en geconcentreerd zwavelzuur.

In 1871 begon de industriële fabricage en werd de natuurlijke kraplak, waarvan in 1868 nog zeventigduizend ton geproduceerd was, grotendeels verdrongen. De wereldproductie bedroeg rond 1996 meer dan 7.000 ton. In Nederland gingen de Zeeuwse boeren daarom over op de teelt van suikerbieten.

#### 4.8. Achtste generatie:

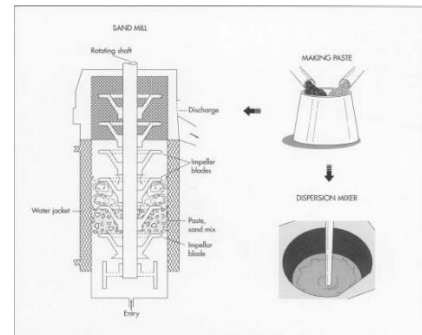
Lijnolie werd het meest gebruikte oplosmiddel totdat dit werd vervangen door synthetische stoffen tijdens de twintigste eeuw. De vraag was groter dan de aanbod van Lijnzaadolie (als natuurproduct) en seizoenafhankelijk. Er was daarom een andere oplossing nodig.

Immers, lijnzaadolie of kortweg lijnolie is olie afkomstig uit de zaden van olievlas. Olivlas hoort tot dezelfde soort als vezelvas maar verschilt van vezelvas doordat de planten van olievlas kort en sterk vertakt zijn en die van vezelvas lang en weinig vertakt. De zaden van olievlas bevatten ongeveer 40% olie.





De eerste stap bij het maken van verf bestaat uit het mengen van het pigment met hars, oplosmiddelen en additieven om een pasta te vormen. Als de verf voor industrieel gebruik bestemd is, wordt deze meestal naar een zandmolen geleid, een grote cilinder die kleine deeltjes zand of silica in beweging brengt om de pigmentdeeltjes te vermalen, waardoor ze kleiner worden en door het mengsel worden verspreid. Daarentegen wordt het meeste commerciële gebruik verwerkt in een hogesnelheidsdispersietank, waarin een cirkelvormig, getand blad bevestigd aan een roterende as het mengsel in beweging brengt en het pigment in het oplosmiddel mengt.



#### 4.9. Negende generatie:

De twintigste eeuw heeft de meeste veranderingen in verf-samenstellingen en verfproductiesystemen gezien. Er worden synthetische pigmenten en stabilisatoren vaak gebruikt om uniforme verfpastjes in massa te produceren. In de jaren veertig ontstonden nieuwe synthetische dragers, ontwikkeld op basis van polymeren zoals polyurethaan en styreen-butadeen. Hierdoor kon aan de toenemende vraag naar verf worden voldaan. Dit ten gevolge van de Industriële Revolutie.

Alkydharsen werden gesynthetiseerd en sindsdien domineren ze de productie. Vóór 1930 werd het pigment gemalen met steenmolens, later werden deze vervangen door stalen kogels. Tegenwoordig worden zandmolens en snelle dispersiemengers gebruikt om gemakkelijk dispergeerbare pigmenten te malen.

Misschien wel de grootste vooruitgang op het gebied van verf is de verspreiding ervan. Terwijl enkele houten huizen, winkels, bruggen en borden al in de achttiende eeuw werden geschilderd, maakte de massaproductie pas onlangs een grote verscheidenheid aan verven universeel onmisbaar. Tegenwoordig worden verven gebruikt voor het schilderen van huizen binnen en buiten, boten, auto's, vliegtuigen, apparaten, meubels en vele andere plaatsen waar bescherming en uitstraling gewenst zijn.

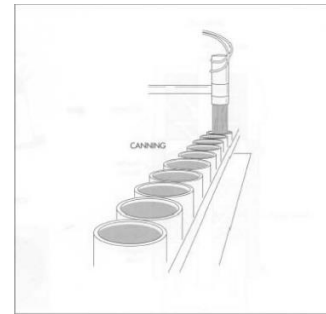
Een verf is samengesteld uit pigmenten, oplosmiddelen, harsen en diverse additieven. De pigmenten geven de verfkleur; oplosmiddelen vergemakkelijken het aanbrengen; harsen helpen het drogen; en additieven dienen voor alles, van vulstoffen tot antischimmelmiddelen. Er bestaan honderden verschillende pigmenten, zowel natuurlijke als synthetische. Het basiswitte pigment is titaniumdioxide, geselecteerd vanwege zijn uitstekende camouflerende eigenschappen, en zwart pigment wordt gewoonlijk gemaakt van roet. Andere pigmenten die worden gebruikt om verf te maken zijn onder meer ijzeroxide en cadmiumsulfide voor rood, metaalzouten voor geel en oranje, en ijzerblauw en chroomgeel voor blauw en groen.

Oplosmiddelen zijn verschillende vluchtige vloeistoffen met een lage viscositeit. Hiertoe behoren onder meer petroleum-terpentine en aromatische oplosmiddelen zoals benzol, alcoholen, esters, ketonen en aceton. De meest gebruikte natuurlijke harsen zijn lijnzaad-, kokos- en sojaolie, terwijl alkydharsen, acrylaten, epoxyharsen en polyurethaan tot de meest populaire synthetische harsen behoren. Additieven dienen vele doeleinden. Sommige, zoals calciumcarbonaat en aluminiumsilicaat, zijn eenvoudigweg vulstoffen die de verf body en substantie geven zonder de eigenschappen ervan te veranderen. Andere additieven produceren bepaalde gewenste eigenschappen in verf, zoals de thixotrope middelen die verf zijn gladde textuur geven, drogers, anti-bezinkingsmiddelen, anti-huidmiddelen, ontschuimers en tal van andere waardoor verf goed dekt en lang meegaat.



Het inblikken van verf is een volledig geautomatiseerd proces. Voor het standaard verblik van 8 pint dat beschikbaar is voor consumenten, worden lege blikjes eerst horizontaal op etiketten gerold en vervolgens rechtop gezet, zodat de punt erin kan worden gepompt.

Eén machine plaatst deksels op de gevulde blikjes, terwijl een tweede machine op de deksels drukt om de nadelen af te dichten. Een bailometer snijdt en vormt de handvatten van draad die ervanuit spoelen in wordt gevoerd, voordat ze in de voorgesneden gaten in de blikken worden gehaakt.



Verf wordt over het algemeen op maat gemaakt om te voldoen aan de behoeften van industriële klanten. De een is bijvoorbeeld vooral geïnteresseerd in een sneldrogende verf, terwijl een ander misschien een verf wenst die gedurende een lange levensduur een goede dekking biedt. Ook verf bestemd voor de consument kan op maat gemaakt worden.

Verffabrikanten bieden zo'n breed scala aan kleuren dat het onmogelijk is om grote hoeveelheden van elk op voorraad te hebben. Om aan een verzoek voor 'aquamarijn', 'kanariegeel' of 'kastanjebruin' te voldoen, selecteert de fabrikant een basis die geschikt is voor de vereiste kleurdiepte. (Pastelverfbasis zal grote hoeveelheden titaniumdioxide bevatten, het witte pigment, terwijl donkere tinten minder zullen bevatten.) Vervolgens kan de fabrikant, volgens een vooraf bepaalde formule, verschillende pigmenten uit gekalibreerde cilinders introduceren om de juiste kleur te verkrijgen.

RAL is een coderingssysteem om kleuren van verf en andere coatings te definiëren. Het systeem is in 1927 in Duitsland ontwikkeld; RAL staat voor *ReichsAusschuss für Lieferbedingungen*. De standaard wordt beheerd door het *Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V.* Verder heeft RAL een uitgebreid kleur-referentiesysteem voor plastics en drukinkt. In feite wordt de dezelfde RAL-kleuren gebruikt. De synthetische verven zijn min of meer een vloeibare vorm van plastic dat zacht plastic wordt. Deze kleurdefinities zijn standaard geworden in industrie, bouw en verkeersveiligheid.

Hierdoor bestaat het productieproces uit vijf stappen. Deze stappen zijn:

1. Pigmentfabrikanten sturen zakken met fijnkorrelige pigmenten naar verffabrieken. Daar wordt het pigment vooraf gemengd met hars (een bevochtigingsmiddel dat helpt bij het bevochtigen van het pigment), een of meer oplosmiddelen en additieven om een pasta te vormen.
2. Het pastamengsel voor de meeste industriële en sommige consumentenverven wordt nu naar een zandmolen geleid, een grote cilinder die kleine deeltjes zand of silica in beweging brengt om de pigmentdeeltjes te vermalen, waardoor ze kleiner worden en door het mengsel worden verspreid. Het mengsel wordt vervolgens gefilterd om de zanddeeltjes te verwijderen.
3. In plaats van te worden verwerkt in zandmolens, wordt tot 90 procent van de latexverven op waterbasis die zijn ontworpen voor gebruik door individuele huiseigenaren, verwerkt in een hogesnelheidsdispersietank. Daar wordt de voorgemengde pasta onderworpen aan snelle agitatie door een rond, getand mes dat aan een roterende as is bevestigd. Dit proces mengt het pigment met het oplosmiddel.
4. Of de pasta nu is gemaakt door een zandmolen of een dispersietank, moet nu worden verdund om het eindproduct te produceren. Het wordt overgebracht naar grote ketels en geschud met de juiste hoeveelheid oplosmiddel voor het gewenste type verf.
5. Het afgewerkte verfproduct wordt vervolgens naar de conservenkamer gepompt. Voor het standaard verblik van 3,78 liter dat beschikbaar is voor consumenten, worden lege blikken eerst horizontaal op etiketten gerold en vervolgens rechtop gezet, zodat de verf erin kan worden ge-





pompt. Een machine plaatst deksels op de gevulde blikjes en een tweede machine drukt op de deksels om ze af te dichten. Een bailometer snijdt en vormt de handvatten van draad die ervanuit spoelen in wordt gevoerd, voordat ze in de voorgesneden gaten in de blikken worden gehaakt. Een bepaald aantal blikjes (meestal vier) wordt vervolgens in dozen gedaan en gestapeld voordat ze naar het magazijn worden gestuurd.

Verffabrikanten maken gebruik van een uitgebreid scala aan kwaliteitscontrolemaatregelen. De ingrediënten en het productieproces ondergaan strenge tests en het eindproduct wordt gecontroleerd om er zeker van te zijn dat het van hoge kwaliteit is. Een afgewerkte verf wordt geïnspecteerd op dichtheid, maalfijnheid, dispersie en viscositeit. Verf wordt vervolgens op een oppervlak aangebracht en onderzocht op uitloopweerstand, droogsnelheid en textuur.

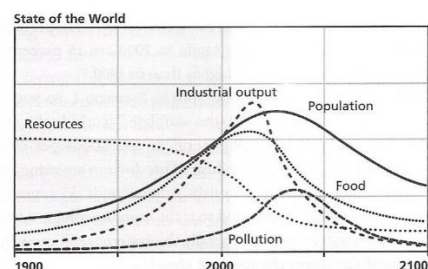
Wat de esthetische componenten van de verf betreft, wordt de kleur gecontroleerd door een ervaren waarnemer en door middel van spectrale analyse om te zien of deze overeenkomt met een standaard gewenste kleur. De weerstand van de kleur tegen vervaging veroorzaakt door de elementen wordt bepaald door een deel van een geverfd oppervlak bloot te stellen aan booglicht en de mate van vervaging te vergelijken met een geverfd oppervlak dat niet zo werd blootgesteld. De dekkracht van de verf wordt gemeten door deze over een zwart oppervlak en een wit oppervlak te schilderen. Vervolgens wordt de verhouding tussen dekking op het zwarte oppervlak en dekking op het witte oppervlak bepaald, waarbij .98 hoogwaardige verf is. Glans wordt gemeten door de hoeveelheid gereflecteerd licht te bepalen dat door een geverfd oppervlak wordt afgegeven.

Tests om de meer functionele eigenschappen van de verf te meten, zijn onder meer een test voor krasbestendigheid, wat inhoudt dat een opgedroogde verflaag wordt bekrast of afgeschuurd. De hechting wordt getest door een kruisarcering te maken, gekalibreerd op 0,07 inch (2 millimeter), op een gedroogd verfooppervlak. Er wordt een stuk tape op het kruisarcering aangebracht en vervolgens verwijderd; goede verf blijft op het oppervlak achter. De schrobbaarheid wordt getest door een machine die met een zeepachtige borstel over het verfooppervlak wrijft. Er bestaat ook een systeem voor het afrekenen van tarieven. Een uitstekende verf kan zes maanden blijven zitten zonder te bezinken en krijgt een tien. Slechte verf zal zich echter in een niet-mengbare klont pigment op de bodem van het blik nestelen en een nul krijgen. Verwering wordt getest door de verf bloot te stellen aan buitenomstandigheden. Kunstmatige verwering stelt een geverfd oppervlak bloot aan zon, water, extreme temperaturen, vochtigheid of zwavelhoudende gassen. De brandvertraging wordt gecontroleerd door de verf te verbranden en het gewichtsverlies te bepalen. Als de verloren hoeveelheid meer dan 10 procent bedraagt, wordt de verf niet als brandwerend beschouwd.

#### 4.10 Tiende generatie

De Club van Rome is een particuliere stichting die in april 1968 werd opgericht door Europese wetenschappers en ondernemers, om hun bezorgdheid over de toekomst van de wereld voor het voetlicht te brengen.

Vanaf 1968 kwam het gezelschap elk jaar in een ander land bijeen om over het milieu te praten. Deze club heeft diverse rapporten uitgebracht over het milieu, waarvan *De grenzen aan de groei* het bekendste is.





De Club van Rome kreeg in één klap bekendheid met het rapport *De grenzen aan de groei* dat in 1972 werd uitgebracht. Hierin werd een verband gelegd tussen economische groei en de gevolgen hiervan voor het milieu. Het rapport gaf een prognose van het grondstof- en voedselverbruik in de wereld voor de komende jaren. Daarin werd een beeld geschilderd van in een aantal decennia oprakende grondstofvoorraden. De impact van het rapport werd versterkt door de oliecrisis die in 1973 door de olieproducerende landen in Arabië werd veroorzaakt.

Dat hebben fabrikanten van verf en inkt tot nadenken gezet, ook door nieuwe technologische ontwikkelingen (mede naar aanleiding van dat rapport). Uit onderzoek bleek, dat 9% van de luchtvervuiling te worden veroorzaakt door synthetische oplosmiddelen in verf en inkt. Daarbovenop kwam de uitstoot van CFK's. Er waren al landen en staten die naar aanleiding van dat rapport decreten afkondigden. Ook dat was een noodzaak om nieuwe verfproducten en -verwerkingstechnieken te ontwikkelen. Dat met het doel om of geen synthetische oplosmiddelen en CFK's te behoeven te gebruiken of het gebruik daarvan (sterk) te beperken.

In 2004 werd een geactualiseerde versie van het rapport *De grenzen aan de groei* gepubliceerd. Op 7 mei 2012, in het kader van een achttien maanden durende campagne, stelde de Club, in Rotterdam, een nieuw werk voor: *A Global Forecast for the Next Forty Years* (Globale prognose voor de komende veertig jaar). Het is geschreven door Jørgen Randers (1945), een Noorse wetenschapper die medeauteur was van *De grenzen aan de groei*.

Vervolgstudies uit 2014 en 2020 ondersteunden de prognoses uit 1972. Eind 2018 bood de Club aan het Europees Parlement haar klimaatnoodplan aan, met tien dringende actiepunten.

De media kwamen (50 jaar na het verschijnen van dat rapport) met een artikelenreeks waarin wordt teruggekeken op de voorspellingen. Het eerste artikel van 5 februari 2022 werpt licht op de foute voorspellingen inzake grondstof- en voedseltekorten.

Critici van het rapport wezen erop dat het rapport onvoldoende aandacht gaf aan de mogelijkheid om met behulp van nieuwe technologieën het doemscenario af te wenden. Deze kritiek is door het volgend onderzoek ongedaan gemaakt.

In 2020 werd een analyse van Gaya Herrington, toenmalig directeur van Sustainability Services van KPMG US, gepubliceerd in het *Journal of Industrial Ecology* van Yale University. De studie beoordeelde of, gezien de in 2020 bekende kerngegevens over factoren die belangrijk zijn voor het rapport "Grenzen aan de groei", de conclusies van het oorspronkelijke rapport worden ondersteund en concludeerde dat de voorspelling "Grenzen aan de groei" in wezen correct is omdat aanhoudende economische groei onhoudbaar is onder een "business as usual"-model.

De fabrikanten van verf en inkt hebben inderdaad deze "business as usual"-model toen losgelaten (en gekomen tot een nieuw model. Er zijn daardoor andere en betere producten en verwerkingstechnieken ontstaan. Maar, daarmee zijn we er nog niet. Alleen nieuwe technologische oplossingen lukt veel, maar niet alles. We moeten niet blind kijken op (alleen) nieuwe technologische oplossingen. Daarmee wordt de inbreng van critici in het juiste perspectief geplaatst.



Regelgeving (California Rule 66) betreffende de uitstoot van vluchtige organische stoffen (VOC's) heeft gevolgen voor de verfindustrie, met name voor fabrikanten van industriële verf op oliebasis. Er wordt geschat dat alle coatings, inclusief beitsen en vernissen, verantwoordelijk zijn voor 1,8 procent van de 2,3 miljoen ton VOS die per jaar vrijkomen. De nieuwe regelgeving staat toe dat elke liter verf niet meer dan 250 gram oplosmiddel bevat.

Verffabrikanten kunnen de oplosmiddelen vervangen door pigmenten, vulstoffen of andere vaste stoffen die inherent zijn aan de basisverfformule. Deze methode levert dikkere verven op die moeilijker aan te brengen zijn, en het is nog niet bekend of dergelijke verven lang meegaan. Op waterbasis is dat weer anders (en beter).

Andere oplossingen zijn onder meer het gebruik van verfpoedercoatings waarbij geen oplosmiddelen worden gebruikt, het aanbrengen van verf in gesloten systemen waaruit VOS kunnen worden teruggewonnen, het gebruik van water als oplosmiddel of het gebruik van acryl dat droogt onder ultraviolet licht of hitte. Een consument die ongebruikte verf bij de hand heeft, kan deze voor een goede behandeling terugbrengen naar het verkooppunt.

Een grote verffabrikant zal een interne afvalwaterzuiveringsinstallatie hebben die alle ter plaatse gegenereerde vloeistoffen behandelt, zelfs het afstromende regenwater. De faciliteit wordt 24 uur per dag bewaakt en de Environmental Protection Agency (EPA) voert periodieke registraties en systeemcontroles uit van alle verffaciliteiten. Het vloeibare deel van het afval wordt ter plaatse behandeld volgens de normen van de plaatselijke afvalwaterzuiveringsinstallatie die eigendom is van de overheid; het kan worden gebruikt om verf van lage kwaliteit te maken.

Latexslib kan worden teruggewonnen en gebruikt als vulstof in andere industriële producten. Afvaloplosmiddelen kunnen worden teruggewonnen en gebruikt als brandstof voor andere industrieën. Een schone verfcontainer kan worden hergebruikt of naar de plaatselijke stortplaats worden gestuurd.

Het effect op de productie van inkt is nog groter. De volume is drastisch afgenomen door de komst van computers en printers. Er wordt daardoor alleen nog droge poedervorm van inkt gebruikt (en dus helemaal geen oplosmiddel meer). En, niet alles meer wordt geprint (en bewaard) dankzij digitale opslag. Ook de oplage van kranten en tijdschriften is afgenomen en daarmee het gebruik van inkt.

#### 4.11 Elfde generatie

Ondertussen wordt de volgende generatie verf ontwikkeld. De huidige verfproducten staan en vallen bij aardolie. Dat wordt schaarser en raakt op. Het is geen oneindige voorraad. Naarmate de schaarste toeneemt, hoe duurder het verfproduct wordt (en onbereikbaar wordt door mensen). Dat is niet zonder consequenties als het gaat om verf al bescherming van producten.

Er wordt gezocht naar een alternatief voor aardolie om tot grondstoffen te komen voor ook verfproducten. Daarbij wordt gekeken naar onder andere Algen. Alle industrietakken staan voor eenzelfde uitdaging.

